



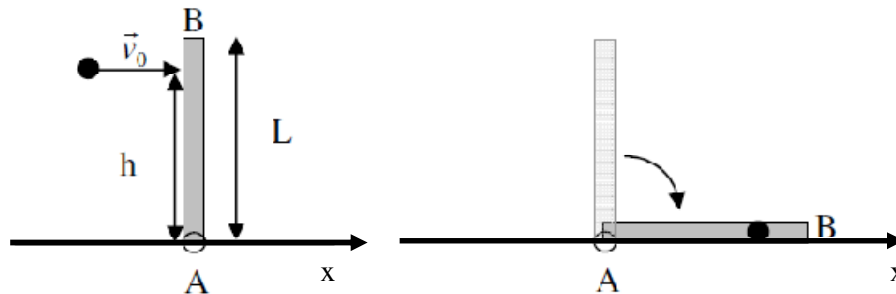
Università degli Studi di Roma "La Sapienza"  
Corso di laurea in Ingegneria Clinica e Biomedica  
Corso di Fisica I  
Dott.ssa M. C. Larciprete  
Prova di esame del 4 Settembre 2019  
III appello - a.a. 2018-19



1) Un tubo aperto viene montato su un'automobile che si muove di moto uniforme con velocità  $v_{\text{auto}}=26$  m/s rettilinea rispetto all'orizzontale. Determinare l'angolo di inclinazione del tubo, rispetto alla verticale, affinché la pioggia che cade lungo la verticale con velocità  $v_{\text{pioggia}}=40$  m/s entri nel tubo senza bagnarlo.

2) Su un binario rettilineo orizzontale un carrello A di massa 100 kg si muove verso un secondo carrello B, inizialmente fermo. Al momento dell'urto la velocità di A è 0.5 m/s ed immediatamente dopo l'urto esso rincula con la velocità di 0.1 m/s, mentre B comincia a muoversi con la velocità di 0.3 m/s. Determinare il lavoro delle forze che hanno agito durante l'urto.

3) Un'asta di massa  $M=2$ kg e lunghezza  $L=1.2$ m è ferma in posizione verticale, libera di ruotare attorno ad un asse orizzontale passante per un suo estremo (A). Un proiettile di massa  $m=100$ g urta l'asta in modo completamente anelastico in un punto distante  $h=0.8$ m dall'estremo A. La velocità del proiettile prima dell'urto è diretta lungo la direzione x ed è in modulo pari a  $v_0=30$  m/s. Calcolare la velocità con cui l'estremo B colpisce il pavimento.



4) Una macchina termica reversibile esegue un ciclo di Carnot usando aria calda ( $\gamma=1.4$ ) prelevata alla pressione iniziale di 7 atm ed alla temperatura di  $127^\circ\text{C}$ . Il volume iniziale dell'aria è di  $2 \times 10^{-3}$  m<sup>3</sup>. Dopo la prima espansione isoterma l'aria occupa un volume di 5 litri e dopo la successiva espansione adiabatica il volume diventa 8 litri. Calcolare il lavoro fornito dalla macchina per ogni ciclo ed il rendimento della macchina.

5) In un recipiente isolante di capacità termica trascurabile è contenuto 1 kg di acqua allo stato liquido alla temperatura di  $10^\circ\text{C}$ . Si introduce una certa quantità di vapore a  $100^\circ\text{C}$  ed 1 atm. Quando il sistema raggiunge il nuovo equilibrio l'acqua è a  $40^\circ\text{C}$ . Si trascuri la quantità di vapore nello stato finale e il lavoro atto nell'introduzione del vapore. Calcolare la massa del vapore introdotto (calore latente di evaporazione dell'acqua a  $100^\circ\text{C}$   $q_{\text{lat}}=540$  cal/g).



Università degli Studi di Roma "La Sapienza"  
Corso di Fisica I  
M. C. Larciprete  
Prova di esame del 4 Settembre 2019  
III appello - a.a. 2018-19  
Soluzioni



1. La velocità di caduta della pioggia rispetto al terreno (velocità assoluta) è verticale  $\vec{v}_a = \vec{v}_{\text{pioggia}}$ , la velocità dell'automobile rappresenta la velocità di trascinamento ( $\vec{v}_t = \vec{v}_{\text{auto}}$ ). La velocità di caduta rispetto all'automobile è:

$$\vec{v}_a = \vec{v}_r + \vec{v}_t \quad \vec{v}_r = \vec{v}_a - \vec{v}_t = \vec{v}_{\text{pioggia}} - \vec{v}_{\text{auto}}$$

Il tubo cilindrico deve essere montato con l'asse parallelo a

$$\vec{v}_r, \text{ ovvero con un angolo } \alpha = \arctg\left(\frac{v_{\text{auto}}}{v_{\text{pioggia}}}\right) = \arctg(0.65) \approx 33^\circ$$

2.

Si conserva la q.d.m. mentre il lavoro delle forze interne è pari alla variazione di energia cinetica del sistema. Proiettando la q.d.m. nel verso della velocità iniziale di A:

$$m_A v_A + m_B v_b = -m_A v'_A + m_B v'_B$$

Da cui

$$m_B = m_A \left( \frac{v_A + v'_A}{v_B} \right) = 100 \left( \frac{0.5 + 0.1}{0.3} \right) = 200 \text{ kg}$$
$$L = T_f - T_i = \left( \frac{1}{2} m_A v'_A{}^2 + \frac{1}{2} m_B v'_B{}^2 \right) - \left( \frac{1}{2} m_A v_A{}^2 \right) = -3J$$

3. Per la conservazione del momento angolare:

$$mv_0 h = (I_A + mh^2) \omega_{in}$$

Dopo l'urto il sistema (proiettile+asta) ruota intorno all'asse passante per A con

$$\omega_{in} = \frac{mv_0 h}{(I_A + mh^2)} = \frac{3mv_0 h}{(ML^2 + 3mh^2)} = 2.34 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

Quando la sbarretta comincia a ruotare si conserva l'energia meccanica:

$$\frac{1}{2} (I_A + mh^2) \omega_{in}^2 + \left( Mg \frac{L}{2} + mgh \right) = \frac{1}{2} (I_A + mh^2) \omega_{fin}^2$$

$$\omega_{fin} = \sqrt{\omega_{in}^2 + 3g \left( \frac{ML + 2mh}{ML^2 + 3mh^2} \right)} = 5.475 \frac{rad}{s}$$

$$v_B = L\omega_{fin} = 6.57 \frac{m}{s}$$

4.

$$T_c = 400K \quad p_1 = 7atm; \quad V_1 = 2l \quad V_2 = 5l$$

Lungo la adiabatica:

$$T_c V_2^{\gamma-1} = T_F V_3^{\gamma-1} \Rightarrow T_F = T_c \left( \frac{V_2}{V_3} \right)^{\gamma-1} = 331.4k$$

$$\eta = 1 - \frac{T_F}{T_c} = 0.171$$

Lungo la isoterma calcoliamo il calore assorbito:

$$Q_{ass} = \int_1^2 p dV = \int_1^2 \frac{nRT_c}{V} dV = nRT_c \log \left( \frac{V_2}{V_1} \right) = p_1 V_1 \log \left( \frac{V_2}{V_1} \right)$$

Il lavoro prodotto in ogni ciclo pertanto è pari a:

$$L = \eta Q_{ass} = 222J$$

5. Nella trasformazione adiabatica:

$$m_{liq}c(40-10) + [-m_{vap}q_l + m_{vap}c(40-100)] = 0$$

$$m_{vap} = \frac{m_{liq}c(40-10)}{q_l + c(40-100)} = 0.05Kg$$